



TITLE:

# Study on River Dyke Breach Characteristics by Overtopping Flow( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Bhattarai, Pawan Kumar

---

CITATION:

Bhattarai, Pawan Kumar. Study on River Dyke Breach Characteristics by Overtopping Flow. 京都大学, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-09-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19282>

RIGHT:

京都大学	博士（工 学）	氏 名	BHATTARAI Pawan Kumar
論文題目	Study on River Dyke Breach Characteristics by Overtopping Flow		
( 論 文 内 容 の 要 旨 )			
<p>本論文は、河川堤防が洪水の横越流により侵食され、破堤口が拡大してついには決壊するという一連の過程の中で、堤内地に流入する洪水および土砂の規模を数値シミュレーションにより予測し、水理模型実験によりその妥当性を検討した結果についてとりまとめたものである。本論文は、以下の通り5章からなっている。</p>			
<p>第1章は序論であり、国内外における河川堤防の状況について概括するとともに、河川堤防の決壊に関する従来の研究を広範囲にレビューし、本論文の位置づけを明確にした後、本論文の目的と論文の構成について述べている。</p>			
<p>第2章では、河川流に対してほぼ直交する横越流の場を対象に、河川堤防の決壊過程の概略を把握する目的で、比較的決壊幅が狭い水路模型を用いた予備的な実験を行っている。すなわち、供給流量一定のもとで、非粘着性のほぼ一様な粒度分布をもった堤体土砂の平均粒径を5種類変化させて横越流による破堤実験を行い、堤体材料の違いが、破堤口の拡幅過程や決壊に伴う流入洪水ハイドログラフおよび流入土砂量の時間変化に与える影響について検討している。その結果、50%粒径が大きいほど透水係数が大きいため堤体が早く飽和し、サクシヨンによる見かけのせん断抵抗力が無くなるために、破堤の進行速度が速くなることを示している。また、破堤幅については、裏法面中央部よりも天端と法尻で拡幅速度が速く、その後の中央部の崩落により全面的な破堤に至ることを示している。さらに、越流開始から破堤口からの流入流量が最大になるまでの時間を「破堤時間」と定義した時、これを規定する無次元量を次元解析により求めている。その結果、透水係数と50%粒径とで無次元化された破堤時間は無次元堤防高さと同次元単位幅流量とで表され、水理模型実験の結果を整理した結果、無次元破堤時間は極小値約33.5をとることを示している。この結果の実堤防への適用性については検証に足る十分なデータが無く不明であるが、北海道十勝川の千代田放水路での実物大の破堤実験で得られたデータはこの結果を支持しているとしている。</p>			
<p>第3章では、横越流による河川堤防の決壊過程を説明するために必要な支配方程式系とその数値解析手順について述べている。すなわち、横越流による破堤現象は浸透、越流、侵食・堆積、拡幅、崩壊といった一連の現象であり、これを統合的に解析するために必要な浸透流モデル、二次元浅水流モデル、サクシオンを考</p>			

京都大学	博士（工 学）	氏 名	BHATTARAI Pawan Kumar
<p>慮した侵食および堆積モデル、サクションを考慮した側方侵食モデル（破堤口拡幅モデル）、斜面崩壊モデルについて示すとともに、その数値解析の手順について概略を示している。</p> <p>第4章では、より実際の横越流による破堤に近い現象を再現し得る水理模型実験装置を用いて、堤体材料の粒径や、堤体・堤体基礎・堤内地地盤の侵食特性を変化させた水理模型実験を行い、堤体材料の粒径の違いが流入水のハイドログラフ、流入土砂量の時間変化、および破堤幅の時間変化に与える影響について検討するとともに、これらの実験結果と数値解析結果とを比較検討している。さらに、堤体・堤体基礎・堤内地地盤の3つが移動床の場合（シナリオ1）、堤内地地盤だけが移動床で他の2つは固定床の場合（シナリオ2）、および堤内地地盤だけが固定床で他の2つは移動床の場合（シナリオ3）の3通りの水理模型実験結果について詳細に検討している。その結果、粒径の違いが侵食進行速度に与える影響や流入水のハイドログラフと流入土砂量のピーク生起時間に差があること等については第2章で得た結果と同様の結果となったこと、破堤口の下流側が上流側よりも侵食されやすく上流側が早く平衡状態に達すること、流入水のハイドログラフ、流入土砂量の時間変化、および破堤幅の時間変化に関する数値解析結果は、流下方向の浸透を考慮しない鉛直2次元浸透流の場を仮定した簡易浸透流モデルを用いたものの、水理模型実験結果の傾向を比較的よく再現すること等を示している。また、3つのシナリオに対する実験結果として、堤内地が移動床の場合、堤内地はほぼ飽和状態であるために粒径が小さいほど堤内地地盤が侵食されやすいこと、すなわち、小粒径の土砂ほど移動しやすいために侵食範囲や侵食深が大きくなることを示している。</p> <p>第5章は結論であり、本論文で得られた成果について要約するとともに、今後の課題についてとりまとめている。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、河川堤防が洪水の横越流により侵食され、破堤口が拡大してついには決壊するという一連の過程の中で、堤内地に流入する洪水および土砂の規模を数値シミュレーションにより予測し、水理模型実験によりその妥当性を検討した結果についてとりまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 越流開始から破堤口からの流入流量が最大になるまでの時間を破堤時間と定義した時、これを規定する無次元量を次元解析により求めたところ、透水係数と50%粒径で無次元化された破堤時間は無次元堤防高さと同次元単位幅流量とで表されることを示している。そして、非粘着性土砂からなる堤体を用いて実施した水理模型実験の結果を整理した結果、無次元破堤時間は極小値約33.5をとることが示されている。ただし、この結果の実際の堤防への適用性については検証に足る十分なデータが無く不明であるが、北海道十勝川の千代田放水路での実物大の破堤実験で得られたデータはこの結果を支持しているとしている。
2. 非粘着性の土砂からなる堤防を対象として、横越流時の破堤口の拡大過程を考慮した新たな破堤モデルを提案している。ここでは破堤口での鉛直方向の侵食と横方向（河川の縦断方向）の侵食を評価する際に、サクシヨンの影響を考慮した新たな破堤口の拡大モデルを提案している。そして、粒径の異なる堤体材料を用いた場合に、破堤口の拡大過程や堤内地に流入する洪水および土砂の量が時間的にどのように変化するかを明らかにするための水理模型実験を実施している。また、破堤した場合と破堤せずに越流のみが生じる場合とで堤内地の地形変動がどのように異なるかを水理模型実験で検討している。その結果、提案したモデルで流入水のハイドログラフおよび流入土砂量の時間変化や破堤口の拡大過程が比較的良好に再現されており、本モデルの妥当性が検証されている。

以上、本論文は、河川洪水の横越流による堤防決壊過程の評価方法を新たに提案し、破堤口の拡大過程ならびに堤内地に流入する洪水・土砂量を評価する数値解析手法を示したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年8月26日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。